

EVALUACIÓN DE LA TEXTURA SUPERFICIAL EN RESTAURACIONES DENTALES CON RESINA COMPUESTA obtenida entre tres sistemas de pulido

Evaluation of surface texture in dental restoration with composite resin obtained between three polishing systems

POR

NATALIA V **BECCERRA F**¹

LUIS G **MONTOYA D**²

RAFAEL A **MUÑOZ M**^{1,3}

BLASMIR **GIMÉNEZ**⁴

1. Odontólogo. Facultad de Odontología. Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela.
 orcid.org/0009-0000-8799-5677
2. Odontólogo. Facultad de Odontología. Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela. luisgmd95@gmail.com
 orcid.org/0000-0001-8332-2424
3. Especialista en Cirugía Bucomaxilofacial. Centro Hospitalario Enrique Tejera, Valencia, Venezuela. ramm339@gmail.com
 orcid.org/0009-0007-2136-8241
4. Odontólogo. Facultad de Odontología. Universidad José Antonio Páez. Valencia, Venezuela. od.blasmirgimenez@gmail.com
 orcid.org/0001-1917-9173

Autor de correspondencia: Natalia Becerra, 100 Queen Anne Dr. Apt #36. Weymouth MA Código postal: 02189. Cel: +1 8573568054. natabef@gmail.com.

Citar: Becerra F NB, Montoya D LG, Muñoz M RA, Giménez B. Evaluación de la textura superficial en restauraciones dentales con resina compuesta obtenida entre tres sistemas de pulido. ROLA 2026; 21(1): 120-138.



Resumen

La resina compuesta es un material restaurador ampliamente utilizado en odontología por sus propiedades estéticas. Para optimizar su desempeño clínico, es esencial un adecuado pulido. Este estudio tuvo como objetivo comparar la textura superficial de resinas compuestas pulidas con tres sistemas diferentes, evaluando la orientación y la rugosidad (Ra). Se realizó una investigación descriptiva, de diseño no experimental y transeccional. La muestra incluyó 30 dientes extraídos, distribuidos en tres grupos: D (discos Sof-Lex), S (puntas de silicona, dos pasos) y G (punta de goma, un paso). La orientación se evaluó mediante microscopio óptico y la rugosidad con rugosímetro Mitutoyo®. Los resultados mostraron que el grupo S obtuvo los valores de Ra más cercanos a cero y una orientación superficial más homogénea. El análisis estadístico mediante ANOVA, con prueba post-hoc de Tukey, reveló diferencias significativas entre los grupos ($p < 0,001$), permitiendo rechazar la hipótesis nula. Se concluye que el sistema de puntas de silicona en dos pasos (grupo S) produce una textura superficial significativamente menos rugosa ($p < 0,001$), en comparación con los otros métodos. Esto sugiere que dicho sistema es el más eficaz para lograr superficies lisas en restauraciones de resina compuesta.

PALABRAS CLAVE: resina compuesta, pulido, sistema de pulido, textura superficial, microscopio óptico, rugosímetro, rA, puntas de silicona, punta de goma, disco Soflex.

Abstract

Composite resin is a widely used restorative material in dentistry due to its aesthetic properties. To optimize its clinical performance, proper polishing is essential. This study aimed to compare the surface texture of composite resins polished with three different systems, evaluating surface orientation and roughness (Ra). A descriptive, non-experimental, cross-sectional design was used. The sample consisted of 30 extracted teeth, distributed into three groups: D (Sof-Lex™ discs), S (two-step silicone points), and G (one-step rubber point). Surface orientation was evaluated using an optical microscope, and roughness was measured with a Mitutoyo® profilometer. Results showed that group S had Ra values closest to zero and a more homogeneous surface orientation. Statistical analysis using ANOVA, followed by Tukey's post-hoc test, revealed significant differences between groups ($p < 0.001$), leading to rejection of the null hypothesis. It is concluded that the two-step silicone point system (group S) produces a significantly smoother surface texture ($p < 0.001$) compared to the other methods. This suggests that the two-step system is the most effective in achieving smooth surfaces in composite resin restorations.

KEYWORDS: composite resin, polishing, polishing system, surface texture, optical microscope, roughness, rA, Tips silicone rubber tip, Disco Soflex resin.

Introducción

Las resinas compuestas se han convertido en el material restaurador más utilizado en odontología debido a sus destacadas características estéticas y funcionales, permitiendo la reconstrucción fiel de la forma dental con alta satisfacción estética y excelente desempeño clínico. Con una adecuada manipulación y restauración, las resinas ofrecen resultados duraderos que favorecen la integridad estructural y la estética dental. No obstante, uno de los factores críticos que puede afectar significativamente la longevidad y las propiedades ópticas de estas restauraciones es la calidad del pulido final. Las superficies restauradas que reciben un pulido adecuado muestran menor acumulación de placa bacteriana, menor desgaste y mayor resistencia a la pigmentación, lo que reduce el riesgo de fracaso clínico prematuro^{1,2}. La textura superficial de las restauraciones de resina compuesta desempeña un papel fundamental en la adhesión bacteriana, la longevidad clínica y la percepción estética en odontología restauradora. Se reconoce que, valores de rugosidad media (rA) por encima de 0,2 μm , aumentan significativamente la adhesión bacteriana y afectan negativamente la comodidad del paciente; además, por encima de 0,3 μm , las irregularidades pueden ser perceptibles al tacto lingual, y valores sobre 1 μm comprometen el brillo estético de la restauración. A diferencia, las restauraciones sin un pulido eficiente tienden a presentar mayor rugosidad superficial, lo que acorta la vida útil y compromete la estética y salud periodontal³.

Hoy en día, existe una amplia gama de sistemas de pulido, desde sistemas de un solo paso hasta sistemas multietapa, que, usándolos según las indicaciones del fabricante, permiten restauraciones con contornos adecuados, oclusión precisa y superficies lisas⁴. Dada esta diversidad, se hace necesario evaluar comparativamente la eficacia de estos sistemas con protocolos estandarizados, para identificar cuáles ofrecen superficies óptimas con menos rugosidad. Por lo que se planteó analizar la textura superficial de resinas compuestas restauradas y pulidas con SofLex® (sistema de tres pasos), evaluar la textura superficial usando puntas de silicona (sistema de dos pasos), describir la textura superficial de restauraciones pulidas con puntas de goma (sistema de un solo paso) y examinar de forma comparativa los acabados obtenidos en las superficies restauradas utilizando estos tres sistemas de pulido. Bajo la premisa de las siguientes hipótesis: Hipótesis Nula (H_0): No hay diferencia significativa entre las medias de rugosidad de los tres métodos. Hipótesis Alternativa (H_1): Existe una diferencia significativa en al menos una de las medias de rugosidad.

Metodología

Se realizó una investigación de tipo descriptivo⁵, comparativa al evaluar la textura superficial de la restauración dental obtenida entre tres sistemas de pulido de resina compuesta. el diseño de investigación fue no experimental y transeccional⁶.

La variable independiente fue el método de pulido, y la variable dependiente fue la textura superficial de las restauraciones con resinas compuestas^{7,8}, considerando el valor de la rugosidad (rA), en unidades de micrómetros (μm). Los indicadores que se utilizaron para evaluar la variable fueron: la orientación y el valor de rugosidad.

La orientación es la dirección predominante o patrón de la textura de la superficie, se midió de la siguiente manera: Paralela (=), Perpendicular (\perp), Cruzada (X), Multidireccional (M), Circular (C), Radial (R), Particular (P).

La rugosidad superficial se obtuvo por el valor obtenido mediante Rugosímetro[®], se expresó en micrómetros (μm). Siendo: 1. Superlisa/ Muy fina $\leq 0.1 \mu\text{m}$: Superficie ideal, excelente brillo, mínima adhesión bacteriana. 2. Clínicamente aceptable $\leq 0.2 \mu\text{m}$: Umbral crítico para evitar acumulación significativa de placa. 3. Moderada / Rugosa $0.3-0.5 \mu\text{m}$: Palpable por lengua, más propensa a pigmentaciones. 4. Inaceptable / Muy rugosa $\geq 1 \mu\text{m}$: Alto riesgo de acumulación de placa, desgaste acelerado, estética comprometida⁹.

Se seleccionaron 30 dientes permanentes extraídos, (incisivos centrales superiores y primeros molares); de manera aleatoria, se distribuyeron en tres grupos de 10 unidades dentarias cada uno. Los criterios de inclusión fueron: 1. No considerar el género del paciente, 2. Con caras vestibulares y linguales libres de caries, 3. Con corona completa y 4. Sin restauraciones previas. Todos los dientes seleccionados, fueron cementados horizontalmente (acostados), en un bloque de yeso. Posteriormente, se realizó la preparación en cada uno de ellos, realizando una cavidad, con piso, bordes y aristas lisas, convergente hacia oclusal y convexa hacia el surco gingival. Utilizando una pieza de alta velocidad y una fresa redonda de diamante, grano medio, tamaño 012. Realizada la cavidad, todos los dientes fueron restaurados con resina compuesta marca 3M ESPE Filtek Z250[®].

Los sistemas de pulidos seleccionados fueron: 1. Discos Sof-Lex de 3M[®] para los 3 pasos, que requieren más tiempo y pasos, pero tienden a producir superficies ultralisas y un brillo duradero, considerándose el estándar “oro” en pulido de restauraciones. 2. Gomas de Pulido Microdont[®] para un solo paso; este sistema combina rapidez y practicidad con resultados estéticos adecuados, ideal para escenarios clínicos donde la eficiencia es clave, sin comprometer la calidad del acabado. 3. Puntas de Silicona Twist-Dia de Kuraray[®] para dos pasos; este sistema ofrece un equilibrio entre eficiencia y calidad de acabado. Dos pasos simplifican el proceso y aun así pueden generar superficies suficientemente lisas con buena estética⁹.

Los tres grupos de dientes fueron identificados de la siguiente manera

1. **Grupo G:** pulido con gomas un paso. Se utilizaron pulidores de goma impregnados con abrasivo (óxido de aluminio) marca Microdont®, diseñados para pulir en un solo paso, lo que reduce significativamente el tiempo clínico sin comprometer el lustre final.
2. **Grupo D:** pulidos con discos Sof-Lex marca 3M® de 3 pasos. Que es un sistema de discos con codificación por colores y gran flexibilidad, ampliamente utilizado en restauración de composites, cerámicas y ionómero de vidrio que incluye discos abrasivos de cuatro granulometrías: grueso (rojo), medio (naranja), fino (amarillo) y superfino (blanco). A pesar que el sistema de discos Sof-Lex marca 3M® cuenta con los cuatro discos anteriormente descritos, el procedimiento para este estudio fue estructurado y descrito en tres etapas clínicas funcionales:
 - **Contorneado:** realizado con los discos de grano grueso y medio, destinados a la eliminación de excesos y conformación inicial de la restauración. Pulido intermedio o alisado: llevado a cabo con el disco fino, para suavizar la superficie y reducir las irregularidades.
 - **Pulido final o abrillantado:** ejecutado con el disco superfino, con el fin de obtener un brillo superficial y acabado estético. Esta clasificación en tres pasos clínicos está respaldada por la literatura odontológica, donde es habitual agrupar las etapas de trabajo en función del propósito clínico y no estrictamente por el número de materiales utilizados¹⁰.
3. **Grupos S:** pulido con silicona 2 pasos. Se usaron puntas de silicona impregnadas con partículas abrasivas de diamante diferentes en cada etapa (pre-pulido y pulido), manufacturadas para ser versátiles y eficientes.

Para la recolección de datos, se diseñó y elaboró una guía o instrumento de recolección de la información, donde se recogió lo observado en las superficies de las resinas luego de ser sometidas al sistema de pulido. La guía de observación fue validada por tres profesionales, uno en el área de metodología, uno en el área de operatoria dental y uno en el área de ciencias ópticas.

Los datos de las mediciones de rugosidad (rA) y orientación versus los tipos de pulidos fueron recolectados en una hoja de Excel de Microsoft y procesados mediante el programa estadístico SPSS 26.0 de IBM®. Las variables Ra para cada uno de los grupos se describieron estadísticamente mediante valores de tendencia central como la media y la desviación estándar y se representaron gráficamente mediante curvas de frecuencias. Se utilizó el Análisis de varianza (ANOVA) de una vía para comparar las medias de las rugosidades (rA) entre los tres grupos a un nivel de significancia ($p < 0.01$). Los resultados de las orientaciones en las rugosidades se describieron mediante tablas de distribución de valores porcentuales.

Resultados

En la **TABLA 1**, se observan los resultados obtenidos del análisis de la textura superficial de resinas compuestas utilizando discos Sof-Lex® (grupo D). Los datos promediados obtenidos a través del rugosímetro dieron el valor rA: 0,35 μm (**TABLA 1**). Teniendo un valor rA mínimo de 0,19 μm y un valor máximo de rA 0,58 μm de los 10 dientes analizados, en la evaluación óptica se pudo percibir que 90% de la muestra tiene una orientación paralela (**TABLA 2**).

TABLA 1. Valores de rugosidad del grupo D. Guía de observación elaborada por los autores.

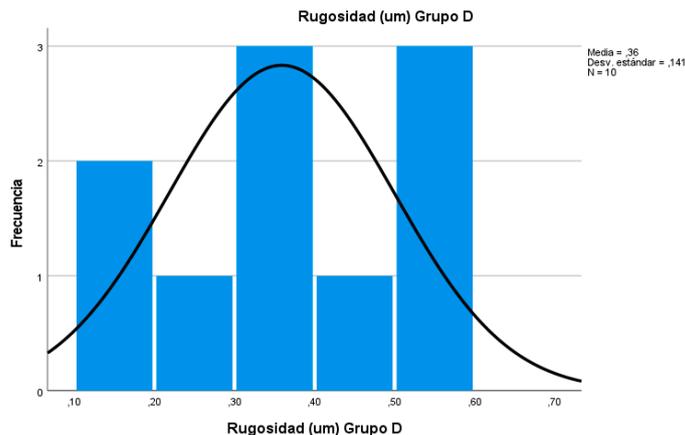
Grupos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio
Grupo D	0,19	0,52	0,3	0,18	0,44	0,3	0,5	0,58	0,3	0,28	0,35

TABLA 2. Tipo de Orientación obtenida del Grupo D. Guía de observación elaborada por los autores

Orientación	Nº	%
Paralela (=)	9	90%
Perpendicular (\perp)	1	10%

La **FIGURA 1** muestra el polígono de frecuencias de los valores de rugosidad superficial (Ra) obtenidos con el sistema de pulido Disco Sof-Lex (grupo D), compuesto por tres pasos. Se observa una distribución de datos relativamente dispersa, con valores de Ra que oscilan entre 0,10 μm y 0,60 μm . La mayor frecuencia (3 muestras) se concentra en dos intervalos: alrededor de 0,30 μm y 0,50 μm , lo que indica cierta variabilidad en los resultados obtenidos con este sistema. La figura muestra una forma levemente simétrica, aunque con un ligero sesgo hacia la derecha, lo que sugiere que algunos casos presentaron rugosidades elevadas. La media del grupo fue de 0,36 μm , con una desviación estándar de 0,141, reflejando una dispersión moderada en los datos y menor uniformidad en la textura superficial obtenida, en comparación con otros sistemas de pulido como el de puntas de silicona.

FIGURA 1. Polígono de frecuencias correspondiente a la rugosidad superficial (rA) según el sistema de pulido Disco Soflex (3 pasos), Facultad de Odontología.



Estos resultados sugieren que, si bien el sistema Sof-Lex puede alcanzar niveles aceptables de rugosidad, su efectividad es menos consistente, y presenta mayor variación entre muestras. Esto puede estar influenciado por factores como la técnica operatoria, la presión ejercida o el desgaste del disco.

Imágenes procesadas en el programa ImagenJ “Textura Superficial 3D”

Las imágenes obtenidas de la superficie de las resinas fueron procesadas utilizando el software ImagenJ, con el fin de generar representaciones tridimensionales (3D) de la textura superficial. Esta herramienta permitió visualizar de forma más detallada y precisa las irregularidades y características topográficas de cada muestra, facilitando la comparación entre los diferentes sistemas de pulido evaluados.

Grupo D (Disco Sof-Lex 3 pasos)

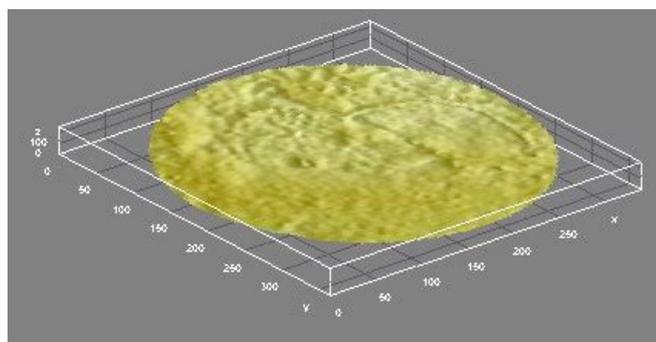


Imagen 1: textura superficial 3D de resina compuesta sin protocolo de acabado y pulido.

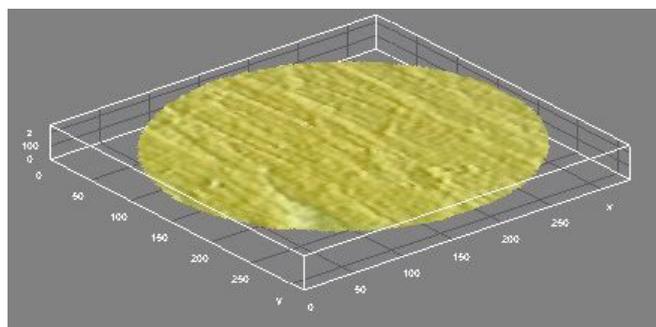


Imagen 2: textura superficial 3D de resina compuesta con el protocolo de acabado, realizado con discos rojo y naranja (grano grueso y medio) para realizar el proceso de contornear la superficie y eliminar excesos.

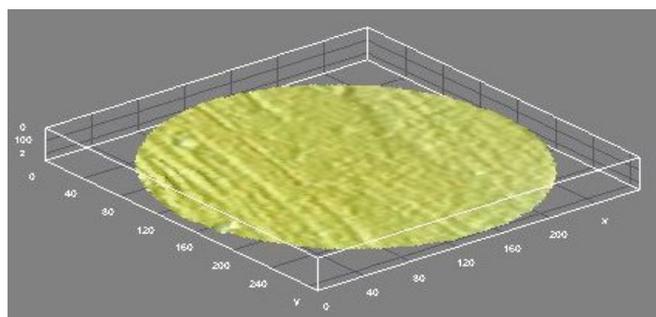


Imagen 3: textura superficial 3D de resina compuesta pulida con Disco Soflex 3 pasos ya realizados.

En la **TABLA 3**, se exponen los resultados obtenidos del análisis de la textura superficial de resinas compuestas utilizando discos utilizando puntas de silicona (grupo S). El promedio obtenido a través del rugosímetro dio el valor rA: 0,26 μm (**TABLA 3**). Obteniendo un valor mínimo de 0,18 μm y un valor máximo de 0,4 μm . Al evaluar ópticamente se pudo percibir que 100% de la muestra tiene una orientación Multidireccional (**TABLA 4**).

TABLA 3. Valores de rugosidad del Grupo S. Guía de observación elaborada por los autores.

Grupos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	rA promedio
Grupo S	0,18	0,25	0,49	0,3	0,26	0,25	0,2	0,26	0,2	0,21	0,26

TABLA 4. Tipo de Orientación obtenida del Grupo S. Guía de observación elaborada por los autores.

Orientación	Nº	%
Multidireccional (X)	10	100%

La **FIGURA 2** representa el polígono de frecuencias correspondiente a los valores de rugosidad superficial (Ra) obtenidos con el sistema de pulido de puntas de silicona en dos pasos (Grupo S). Se observa que la mayoría de las mediciones se concentran entre los valores de 0,20 μm y 0,30 μm , con una frecuencia máxima de 3 observaciones en ese rango. Esto sugiere que este sistema tiende a producir superficies con baja rugosidad. La curva del polígono tiene una forma asimétrica, con un claro sesgo hacia la derecha, lo que indica que, aunque la mayoría de las muestras presentaron baja rugosidad, hubo una observación aislada con un valor elevado cercano a 0,50 μm . A pesar de este valor atípico, la media general del grupo fue de 0,26 μm , con una desviación estándar de 0,089, lo cual refleja una dispersión baja y resultados consistentes en general. Estos datos refuerzan la eficacia del sistema de pulido con puntas de silicona en dos pasos para generar superficies lisas en restauraciones de resina compuesta.

FIGURA 2. Polígono de frecuencias correspondiente a la rugosidad superficial según el sistema de pulido Puntas de Silicona (2 pasos).

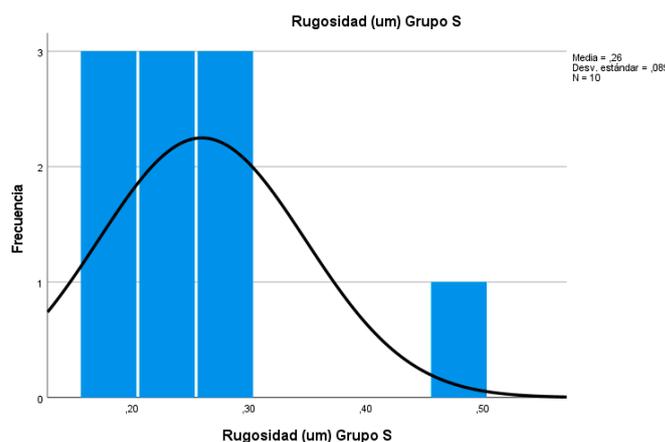


Imagen procesada en el programa ImagenJ “Textura Superficial 3D”

Las imágenes obtenidas de la superficie de las resinas fueron procesadas utilizando el software ImagenJ, con el fin de generar representaciones tridimensionales (3D) de la textura superficial. Esta herramienta permitió visualizar de forma más detallada y precisa las irregularidades y características topográficas de cada muestra, facilitando la comparación entre los diferentes sistemas de pulido evaluados, como se observa en las imágenes 4, 5 y 6.

Grupo S (Punta de Silicona 2 pasos)

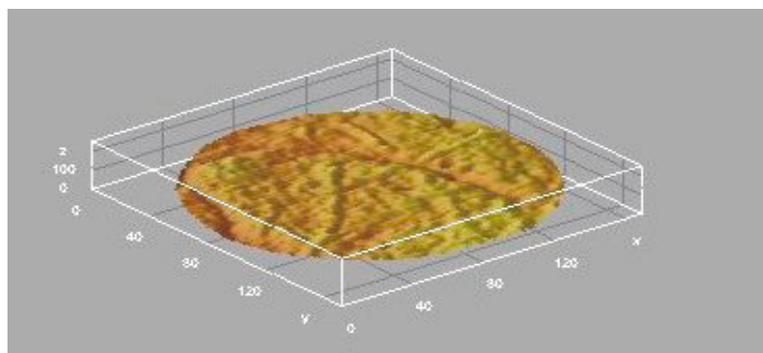


Imagen 4: textura superficial 3D de resina compuesta sin protocolo de acabado y pulido.

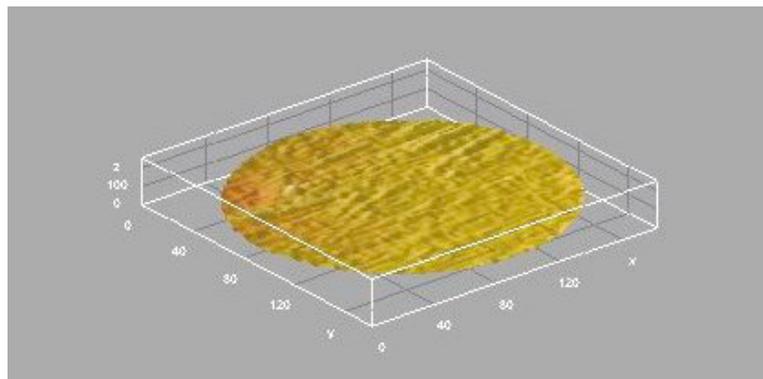


Imagen 5: textura superficial 3D de resina compuesta con el protocolo de acabado.

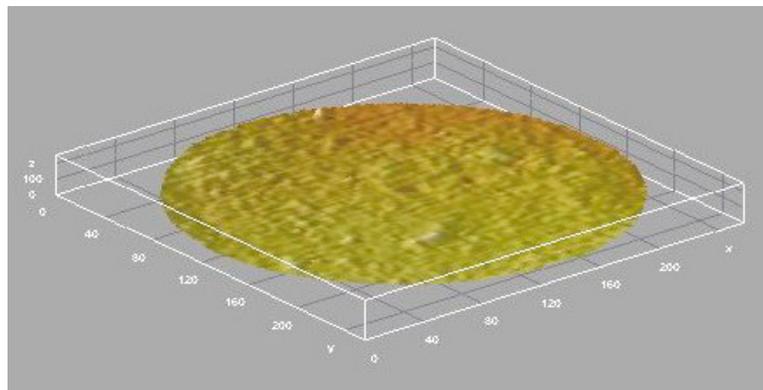


Imagen 6: textura superficial 3D de resina compuesta pulida con punta de goma en un solo paso.

En la **TABLA 5**, se exponen los resultados obtenidos del análisis de la textura superficial de resinas compuestas en las caras libres utilizando discos utilizando punta de goma (1 paso). Grupo G. al ser analizadas y promediadas mediante el rugosímetro, se obtuvo un valor de rA 0.81 (**TABLA 5**), El valor más bajo de rA es de 0,62 y el mayor 0,93, La evaluación óptica indicó que 70% de las muestras tienen una orientación paralela (cuadro C) y solo un 10% se logró la orientación multidireccional (**TABLA 6**).

TABLA 5. Valores de rugosidad del grupo G. Guía de observación elaborada por los autores.

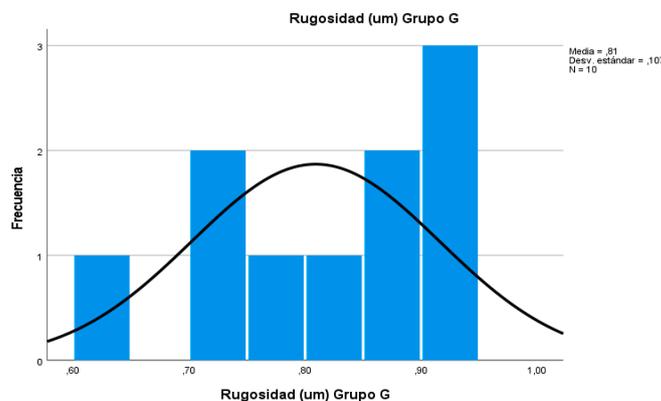
Grupos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	rA promedio
Grupo G	0,91	0,72	0,7	0,89	0,87	0,93	0,9	0,62	0,8	0,75	0,81

TABLA 6. Tipo de Orientación obtenida del Grupo G. Guía de observación elaborada por los autores.

Orientación	Nº	%
Paralela (=)	7	70
Perpendicular (⊥)	2	20
Multidireccional (X)	1	10

La **FIGURA 3** representa el polígono de frecuencias de los valores de rugosidad superficial (rA) obtenidos con el sistema de pulido de puntas de goma de un solo paso (grupo G). Los datos muestran una clara tendencia hacia valores altos de rugosidad, con un rango que varía entre 0,60 μm y 1,00 μm . La mayor frecuencia se observa en el intervalo cercano a 0,90 μm , con 3 observaciones, mientras que otros valores también se distribuyen de forma amplia en los rangos altos. La media de rugosidad del grupo fue de 0,81 μm , con una desviación estándar de 0,107, lo que indica cierta dispersión en los datos, aunque los valores tienden a agruparse en el extremo superior del eje de rugosidad. La curva del polígono tiene una forma relativamente simétrica, aunque más achatada, lo que refleja la consistencia en la ineficiencia del método, ya que la mayoría de las muestras presentan superficies considerablemente rugosas. Estos resultados permiten concluir que el sistema de puntas de goma (un solo

FIGURA 3. Polígono de frecuencias correspondiente a la rugosidad superficial según el sistema de pulido Puntas de Goma (1 pasos),



paso) es el menos efectivo entre los evaluados para reducir la rugosidad superficial de las restauraciones con resina compuesta, generando superficies más irregulares y menos favorables desde el punto de vista clínico y estético.

Imagen procesada en el programa ImagenJ “Textura Superficial 3D”

Las imágenes obtenidas de la superficie de las resinas fueron procesadas utilizando el software ImagenJ, con el fin de generar representaciones tridimensionales (3D) de la textura superficial. Esta herramienta permitió visualizar de forma más detallada y precisa las irregularidades y características topográficas de cada muestra, facilitando la comparación entre los diferentes sistemas de pulido evaluados, como se observa en la imagen 7,8,9.

Grupo G (Punta de Goma un paso)

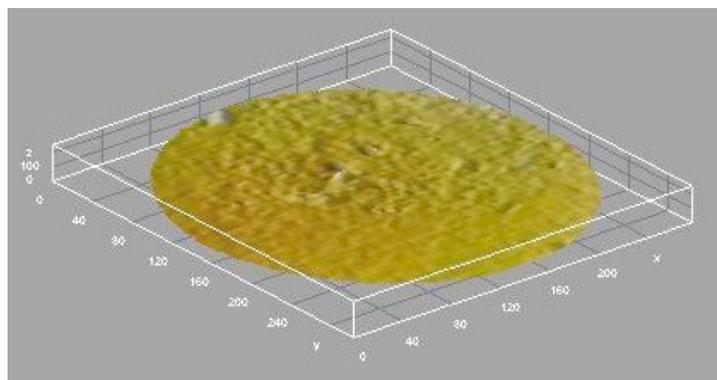


Imagen 7: textura superficial 3D de resina compuesta sin protocolo de acabado y pulido.

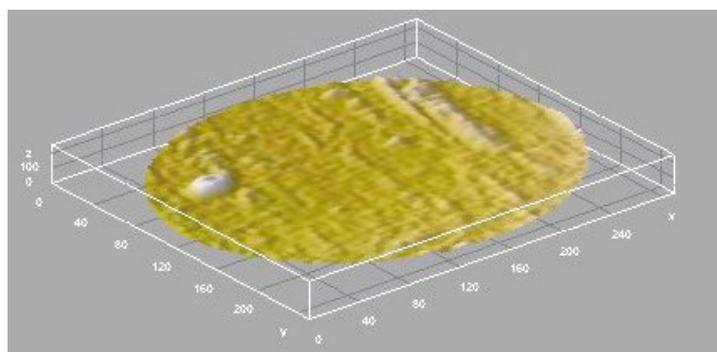


Imagen 8: textura superficial 3D de resina compuesta con el protocolo de acabado.

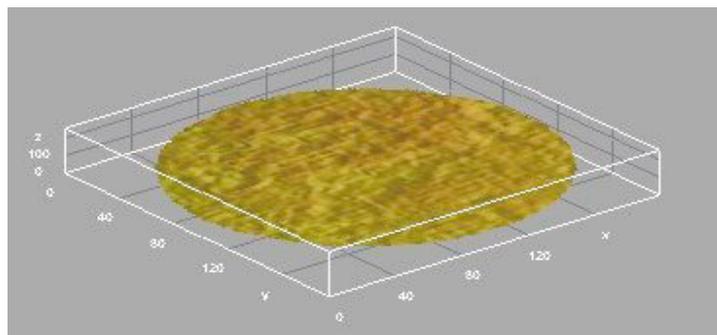


Imagen 9: textura superficial 3D de resina compuesta pulida con punta de goma en un solo paso.

Imágenes procesadas en ImagenJ a 8Bit “Trama Superficial”

Las imágenes fueron procesadas en el programa ImagenJ, convirtiéndolas a formato de 8 bits, lo que permitió representar la trama superficial de las muestras mediante una escala de grises. Esta conversión facilita la diferenciación de niveles de elevación o profundidad en la superficie restaurada, ya que cada tono de gris representa una intensidad lumínica proporcional a la altura de la superficie en ese punto. La visualización en 8-bit posibilita una interpretación cualitativa de la uniformidad o irregularidad de la textura obtenida con los distintos sistemas de pulido. En las imágenes procesadas, se evidencian variaciones de contraste que corresponden a zonas más lisas o rugosas, permitiendo así comparar visualmente los efectos de cada técnica sobre la resina compuesta. Como se observa en imagen 10,11,12.

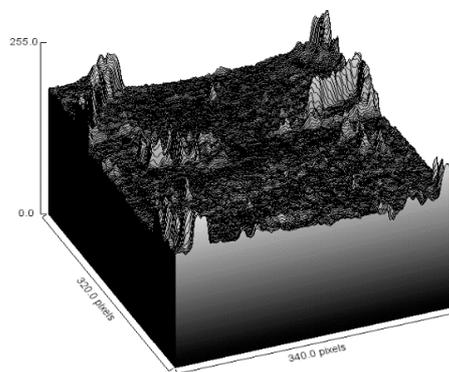


Imagen 10: Trama de Superficie aplicando el sistema de pulido Disco Sof-Lex 3 pasos.

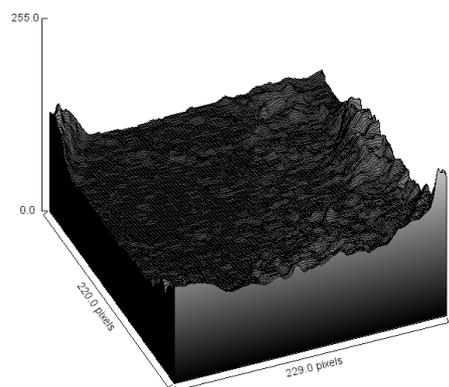


Imagen 11: Trama de Superficie aplicando el sistema de pulido Puntas de Silicona 2 pasos.

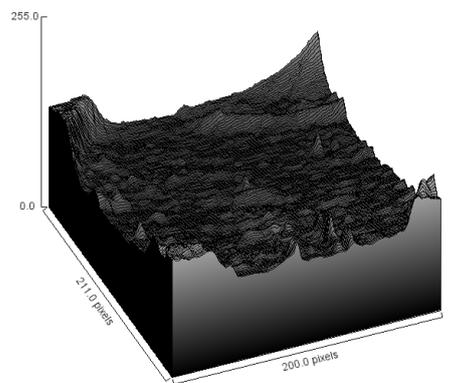


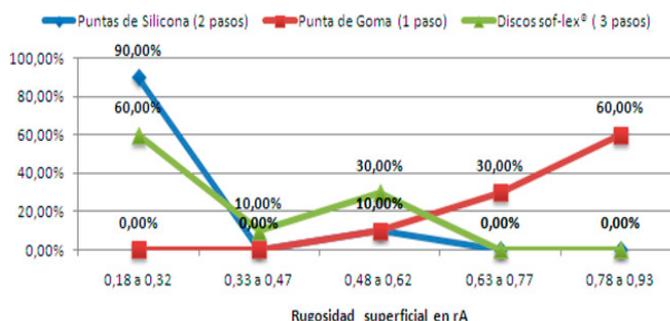
Imagen 12: Trama de Superficie aplicando el sistema de pulido Punta de goma 1 paso.

TABLA 7. Relación con la rugosidad superficial en rA según los sistemas de pulido de resinas compuestas en superficie coronaria de los dientes seleccionados.

Rugosidad superficial en rA	Puntas de silicona (2 pasos)		Punta de goma (1 paso)		Discos Sof-Lex® (3 pasos)		Total	
	f	%	f	%	f	%	f	%
0,18 a 0,32	9	90,0	0	,0	6	60,0	15	50,0
0,33 a 0,47	0	,0	0	,0	1	10,0	1	3,3
0,48 a 0,62	1	10,0	1	10,0	3	30,0	5	16,7
0,63 a 0,77	0	,0	3	30,0	0	,0	3	10,0
0,78 a 0,93	0	,0	6	60,0	0	,0	6	20,0
Total	10	100	10	100	10	100	30	100

Al observar la información que se desprende, tanto de la TABLA 7 como del gráfico número 4, se destaca el hecho de que el 90%, de los dientes donde se utilizó el sistema de pulido de resinas compuestas con puntas de silicona (2 pasos) presentan entre 0,18 um y 0,32um de rugosidad. En el caso de los dientes donde se utilizó el sistema de pulido de resinas compuestas en superficie coronaria discos Sof-Lex® (3 pasos), 60% presentan una rugosidad de 0,18um a 0,32um rA, pero también se señala en este mismo sistema de pulido un importante valor de 30% de rugosidad comprendida entre 0,48 um y 0,62 um de rA. Finalmente se ubican 90% de especímenes con más de 0,63 um de rugosidad en los que se utilizó el sistema de pulido de resinas compuestas en superficie coronaria punta de goma (1 paso), de los cuales 60% tienen entre 0,78 um y 0,93um de rA y 30% poseen entre 0,63 um y 0,77um de rugosidad.

FIGURA 4. Polígono de frecuencias correspondiente a la rugosidad superficial en rA según los sistemas de pulido de resinas compuestas en superficie coronaria de unidades dentarias permanentes extraídas.



En la TABLA 8 se observa que en los dientes en los cuales se utilizó el sistema de pulido de puntas de silicona (2 pasos,) tienen promedio 0,26 um ± 0,09um de rugosidad, valores inferiores al comparar con discos Sof-Lex® (3 pasos) cuyo promedio es de 0,36 um ± 0,14 um de rA, y con el sistema de la punta de goma (1 paso), cuyo promedio es de 0,81um ± 0,11um de rugosidad.

Luego para verificar si las diferencias encontradas a nivel descriptivo entre las tres medias de rangos son estadísticamente significativas, se puede aceptar que la distribución de la rugosidad en rA es distinta según el sistema de

TABLA 8. Medidas descriptivas de la rugosidad superficial en rA según los sistemas de pulido de resinas compuestas en superficie coronaria de unidades dentarias permanentes extra.

	N	Mínimo	Máximo	Rango	Media	Desv. típ.
Puntas de silicona (2 pasos)	10	,18	,49	,31	,2600	,0887
Punta de goma (1 paso)	10	,62	,93	,31	,8090	,1067
Discos Sof-Lex® (3 pasos)	10	,18	,58	,40	,3590	,1408
Total	30	,18	,93	,75	,4760	,2668

pulido de resinas compuestas en superficie coronaria utilizado. En particular puede observarse que la media de los rangos correspondiente al sistema de pulido de resinas compuestas en superficie coronaria puntas de silicona (2 pasos) es claramente menor que la correspondiente a los restantes sistemas, lo que sugiere que con el uso de puntas de silicona (2 pasos) se obtiene mejores resultados.

Para ello se utilizó la aplicación de Estadística Inferencial ANOVA para comparar las medias de las rugosidades (rA) en los tres grupos con pruebas de rangos múltiples (post-hoc) de Tukey y determinar que pares de métodos producen resultados de rugosidad diferentes. Los resultados obtenidos indican que el valor Sig.(p) fue menor al nivel de significancia 0,001, rechazando la hipótesis nula, por lo que se puede afirmar que los métodos producen resultados de rugosidad diferentes (TABLA 9).

TABLA 9. ANOVA para las medias de las rugosidades (Ra) en los tres grupos con pruebas de rangos múltiples.

Rugosidad	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1,712	2	,856	65,713	<,001
Dentro de grupos	,352	27	,013		
Total	2,064	29			

Discusión

Tras el análisis de los resultados obtenidos para el grupo D (Disco Sof-Lex® de 3 pasos), se determinó un promedio de rugosidad superficial de 0,35 µm, correspondiente a una rugosidad de clase N5 según la clasificación presentada en la TABLA 9. Estos resultados son coherentes con los reportados por Navarro *et al.*¹¹, quienes identificaron al sistema de discos Sof-Lex como el que generaba la menor rugosidad superficial en comparación con otros sistemas de pulido evaluados en su estudio. Ambos trabajos emplearon el mismo tipo de rugosímetro (Mytutoyo®) para la medición de la rugosidad superficial, lo cual permite establecer una cierta comparabilidad metodológica. No obstante, existen diferencias en los valores específicos reportados. Mientras que Navarro *et al.*¹¹, obtuvieron valores de rugosidad Ra entre 0,17 µm y 0,29 µm, en el presente estudio se registraron valores entre 0,19 µm y 0,58 µm. A pesar de estas diferencias, los promedios obtenidos en ambos estudios corresponden

a la misma clase de rugosidad (N5), lo que refuerza la efectividad del sistema Sof-Lex de 3 pasos en la obtención de superficies lisas. Las discrepancias observadas podrían atribuirse a diferencias en el diseño experimental y en las condiciones de prueba. Navarro *et al.*¹¹, utilizaron bloques de resina fotopolimerizada, mientras que en el presente estudio se emplearon dientes humanos extraídos previamente restaurados con resina compuesta acostados en bloques de yeso. Además, el estudio de Navarro¹¹ incluyó específicamente resina tipo *bulk fill*, una muestra de mayor tamaño y un grupo control adicional, lo que podría haber influido en la variabilidad de los resultados. A su vez con el Grupo G (Punta de goma un paso), se ha determinado que este sistema de pulido logra tener valores de rA muy cercanos a 1 y se clasifica en clase de rugosidad N6 (TABLA 9), con esto se rectifica lo que menciona Navarro¹¹ en cuanto a que la superficie más lisa se puede obtener después de usar un solo sistema de pulido con múltiples pasos y que no es suficiente un solo paso.

Por otro lado, el Grupo S (puntas de silicona de dos pasos) obtuvo un promedio de rugosidad superficial (Ra) de 0,26 μm , lo que corresponde a una clasificación de rugosidad N4 (TABLA 9). Este resultado es concordante con el estudio realizado por Patiño M. *et al.*¹² quienes también emplearon un sistema de pulido de dos pasos y reportaron una disminución de las irregularidades superficiales hasta alcanzar un valor de Ra de 0,249 μm , valor muy similar al obtenido en el presente trabajo. No obstante, existe una discrepancia entre los resultados en cuanto a la comparación entre los sistemas de pulido. Mientras que Patiño *et al.*¹² concluyeron que los discos Sof-Lex (sistema de tres pasos) proporcionan una menor rugosidad superficial que las puntas de silicona de dos pasos, en nuestro estudio se observó lo contrario: el sistema de puntas de silicona (Grupo S) mostró mejores resultados de pulido que los discos Sof-Lex. Esta diferencia podría atribuirse a diversas variables metodológicas entre ambos estudios. Aunque se utilizó un sistema de pulido similar, factores como el tipo de resina compuesta empleada, las características de las lámparas LED utilizadas durante la fotopolimerización, y el tiempo transcurrido entre la restauración y el procedimiento de pulido podrían haber influido en los resultados. Cabe destacar que Patiño *et al.*¹² realizaron el pulido cinco días después del fotopolimerizado sobre bloques de resina, mientras que en el presente estudio se utilizaron dientes extraídos con restauraciones previas, realizándose el pulido en un tiempo significativamente posterior.

En el estudio realizado por Sang *et al.*¹³, se evaluaron los cambios en la rugosidad superficial (rA) y el brillo superficial (Bs) de cinco resinas compuestas sometidas a tres sistemas de pulido distintos: Sof-Lex XT, Enhance PoGo y Sof-Lex Diamond. Los autores observaron que la resina compuesta Filtek Z350 XT presentó la rugosidad más baja y estable a lo largo de los ciclos de cepillado, independientemente del sistema de pulido utilizado. Además,

se reportó que los sistemas Sof-Lex Diamond y Enhance PoGo lograron las superficies más lisas y con mayor brillo. Este estudio guarda relación con el presente trabajo, ya que ambos coinciden en que el sistema de pulido Sof-Lex (en su versión de tres pasos) proporciona una rugosidad superficial reducida tras el procedimiento de pulido. Sin embargo, existe una diferencia metodológica relevante: en el estudio de *Sang et al.*¹³, se incorporó una evaluación posterior al cepillado simulado, mientras que en el presente trabajo no se consideraron ciclos de cepillado. Asimismo, debido al uso de dientes extraídos previamente restaurados, no fue posible identificar con certeza el tipo de resina compuesta originalmente utilizada, lo que representa una limitación comparativa respecto al control de variables del estudio citado.

En el estudio de *Augusto MG et al.*¹⁴, se compararon sistemas de pulido con diferente número de pasos clínicos en relación con la rugosidad superficial de resinas compuestas formuladas con distintos monómeros. Los autores reportaron que todos los sistemas evaluados lograron reducir la rugosidad inicial; sin embargo, tanto el tipo de resina como el sistema de pulido ejercieron una influencia significativa en la rugosidad final. Específicamente, observaron que, para ciertas resinas, el sistema de dos pasos generó superficies más lisas que el sistema de un solo paso, lo cual guarda estrecha relación con los hallazgos del presente estudio. En nuestra investigación, el grupo S (pulido en dos pasos) presentó un promedio de rugosidad de $0,26 \pm 0,09 \mu\text{m Ra}$, inferior al del grupo G (pulido en un solo paso), que registró un promedio de $0,81 \pm 0,11 \mu\text{m Ra}$. Asimismo, *Augusto MG et al.*¹⁴, señalaron que, aunque el sistema de tres pasos requería un mayor tiempo clínico (90 s), en algunos casos, el sistema de dos pasos resultó más eficiente en menor tiempo, coincidiendo con nuestros resultados. En nuestro estudio, el grupo D (pulido en tres pasos) mostró un promedio de rugosidad de $0,36 \pm 0,14 \mu\text{m Ra}$, valor ligeramente superior al del grupo S. Cabe destacar que, a diferencia del estudio de *Augusto MG et al.*¹⁴, quienes evaluaron resinas específicas y midieron el tiempo requerido por cada protocolo de pulido, en nuestra investigación se utilizaron resinas compuestas presentes en dientes humanos previamente extraídos. Por lo tanto, si bien ambos estudios comparten indicaciones clínicas similares, los resultados deben interpretarse con cautela en el contexto de futuras investigaciones. Además, es fundamental considerar que la efectividad del pulido depende de que las partículas abrasivas sean más duras que los rellenos inorgánicos de la resina, y que los procedimientos de acabado están orientados a eliminar el exceso de material, mientras que el pulido tiene como objetivo corregir las micro imperfecciones superficiales.

En la revisión bibliográfica realizada por *Picón et al.*¹⁵, se analizan distintos protocolos de pulido para resinas compuestas, describiendo sus diferencias, tipos y pasos involucrados. Los autores concluyen que los sistemas de

pulido de múltiples pasos presentan mejores resultados en términos de menor rugosidad superficial y mayor brillo, en comparación con los sistemas de un solo paso. En su análisis, se evaluaron cinco tipos de instrumentos, entre los cuales se incluyeron los discos Sof-Lex (de tres pasos) y sistemas de un solo paso. En concordancia con los hallazgos del presente estudio, los discos Sof-Lex mostraron un desempeño superior en el tratamiento superficial de las resinas compuestas, logrando una menor rugosidad superficial (rA). Por el contrario, los instrumentos de un solo paso se asociaron a valores de rA más elevados, tal como también se observa en nuestros resultados. No obstante, *Picón et al.*¹⁵ también reportan un estudio incluido en su revisión que presenta resultados opuestos: algunos sistemas de pulido de pasos reducidos obtuvieron un brillo superior al de los sistemas tradicionales de múltiples pasos. Este hallazgo sugiere que los protocolos simplificados podrían representar una ventaja clínica, al reducir significativamente el tiempo operatorio sin comprometer los resultados estéticos. A pesar de ello, los datos obtenidos en el presente estudio respaldan el uso de protocolos de múltiples pasos, específicamente el de dos pasos (grupo S), como la opción óptima en cuanto a la calidad del acabado superficial. Esta discrepancia subraya la necesidad de seguir investigando para determinar en qué contextos clínicos resulta más ventajoso optar por protocolos simplificados frente a los más detallados.

Conclusión

Tras la ejecución de esta investigación, se evaluó la rugosidad superficial de resinas compuestas tratadas con tres sistemas de pulido distintos: discos Sof-Lex® (tres pasos), puntas de silicona (dos pasos) y puntas de goma (un paso). Los valores de rugosidad media (rA), obtenidos mediante rugosímetro y complementados con análisis al microscopio óptico, evidenciaron diferencias cuantificables en la calidad del acabado superficial.

El análisis estadístico mediante ANOVA reveló que las diferencias de rugosidad entre los tres grupos fueron estadísticamente significativas ($p < 0,05$), lo que confirma que el tipo de sistema de pulido influye de forma determinante en la textura final de la resina compuesta.

El sistema de puntas de silicona obtuvo el valor de rugosidad más bajo (rA promedio: $0,26 \mu\text{m}$), con una orientación superficial multidireccional en el 100% de las muestras, indicando una superficie más lisa y un pulido más eficiente. En contraste, las puntas de goma mostraron la mayor rugosidad (rA promedio: $0,82 \mu\text{m}$), con una orientación mayoritariamente paralela, lo que refleja un acabado superficial menos favorable. Los discos Sof-Lex® alcanzaron un valor intermedio (rA promedio: $0,35 \mu\text{m}$), con orientación también predominantemente paralela.

Si bien los discos Sof-Lex® ofrecieron resultados aceptables, su uso se limita a superficies libres. Las puntas de silicona, además de obtener el valor de rugosidad más bajo, demostraron ser más versátiles clínicamente, al poder acceder a zonas donde los discos no pueden actuar eficazmente.

En conclusión, el sistema de pulido con puntas de silicona a dos pasos se destaca como el más efectivo y versátil, proporcionando una textura superficial óptima en restauraciones con resinas compuestas, con diferencias estadísticamente significativas frente a los otros métodos evaluados.

- › **Aprobación de ética:** no requirió.
- › **Financiamiento:** ninguno.
- › **Conflicto de intereses:** los autores no tienen conflicto de interés con este informe.
- › **Contribuciones de los autores:** todos los autores contribuyeron con la elaboración de este trabajo de investigación.

Bibliografía

1. Nithya K, Sridevi K, Keerthi V, Ravishankar P. Evaluation of surface roughness, hardness, and gloss of composites after three different finishing and polishing techniques: an in vitro study. *Cureus*. 2020; 12(2): e7037. doi:10.7759/cureus.7037 PMC+2ResearchGate+2 Texto completo disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7082789/>
2. Bollen CM, Lambrechts P, Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a literature review. *Dent Mater*. 1997; 13(4): 258-69. doi:10.1016/S01095641(97)800383. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11696906/>
3. JaramilloCartagena R, LópezGaleano EJ, LatorreCorrea F, AgudeloSuárez AA. Effect of polishing systems on the surface roughness of nanohybrid and nanofilling composite resins: a systematic review. *Dent J (Basel)*. 2021; 9(8): 95. doi:10.3390/dj9080095. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2304-6767/9/8/95>
4. Rodríguez DP. Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. *Acta Odontol Venez*. 2007; 45(3): 1-10. Disponible en: <http://www.actaodontologica.com/ediciones/2007/vol45n3/art04.asp>
5. Hernández R, Fernández C, Baptista P. Metodología de la investigación. 6a ed. México: McGrawHill; 2014.
6. Sampieri HR, Collado LF. Metodología de la investigación. 3a ed. México: McGrawHill Interamericana; 2003.
7. Arias F. Proyecto de investigación. Introducción a la metodología. Caracas: Epitesme C.A.; 2006.
8. Ferrer J. Habilidades investigativas desde una perspectiva teórica: Research Abilities from a Theoretical Perspective. *Innovación y Gerencia*. 2023; 7(2). Disponible en: <https://ujgh.org/oj/index.php/IG/article/view/139> ujgh.org
9. Da Costa J, Ferracane JL, Paravina RD, Mazur RF, Roeder L. The effect of different polishing systems on surface roughness and gloss of various resin composites. *J Esthet Restor Dent*. 2007; 19(4): 214-24. doi:10.1111/j.17088240.2007.00109.x. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.17088240.2007.00109.x>
10. Khan AS, Madathil SA, Sivaraman A, Mony U, Shetty PK, Basappa N. Comparison of surface roughness, microhardness and gloss of resinbased composites after finishing and polishing with different systems: an in vitro study. *J Conservative Dent*. 2021; 24(6): 586592. doi: 10.4103/JCD.JCD_336_20. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8184273/>

11. Granda-Navarro ER. Influencia de tres sistemas de pulido sobre la rugosidad superficial de diferentes sistemas de resinas bulk fill [trabajo de titulación de posgrado]. Quito: Universidad San Francisco de Quito; 2021.
12. Mamani-Patiño J, Roger J. Comparación de la rugosidad en una resina compuesta con cuatro sistemas de pulido en un estudio in vitro [tesis de licenciatura]. Arequipa: Universidad Alas Peruanas; 2022. Disponible en: <https://repositorio.uap.edu.pe/handle/20.500.12990/11286>
13. Sang E, Song J, Hyun H. Influence of a new polishing system on changes in gloss and surface roughness of resin composites after polishing and brushing. *Dent Mater J*. 2021; 40(3): 727-35. doi:10.4012/dmj.2020207. Disponible en: https://www.jstage.jst.go.jp/article/dmj/40/3/40_2020207/_article
14. Augusto MG, de Andrade GS, MathiasSantamaria IF, Dal Piva AMdO, Tribst JPM. Comparison of polishing systems on the surface roughness of resin based composites containing different monomers. *J Compos Sci*. 2022; 6(5): 146. doi:10.3390/jcs6050146. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2504-477X/6/5/146>
15. Picón-Rentería AD, Tamariz-Ordóñez PE. Efectividad de los diferentes sistemas de pulido sobre la rugosidad superficial de las resinas compuestas. Revisión bibliográfica. *Odontología*. 2023; 25(2): 67-74. doi: 10.29166/odontologia.vol26.n2.2023e4526. Disponible en: <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/odontologia/article/view/4526>
16. Caramori-Rodrigues VL. Sistemas de pulido de uno o múltiples pasos de resinas compuestas híbridas y su alteración en la estabilidad del color y rugosidad superficial. *Acta Odontol Venez*. 2014; 52(1): 1-10. Disponible en: <https://www.actaodontologica.com/ediciones/2014/1/art-17/>
17. SL F. Calidad de superficie obtenida con diferentes métodos de pulido para ionómero de vidrio y resina compuesta. *Rev Asoc Dent Mex*. 2002; 59(1): 23-30. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2002/od025e.pdf>
18. Hervás-García A, Martínez-Lozano MA. Resinas compuestas: revisión de los materiales e indicaciones clínicas. 2006. Disponible en: <https://medicinaoral.com/medoralfree01/v11i2/medoralv11i2p215e.pdf>
19. Vargas DG, Téllez GT. Efecto de diferentes técnicas de pulido y refrigeración en la rugosidad superficial de una resina compuesta nanohíbrida. *Acta Odontol Venez*. 2011; 49(2): 13-14. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6809054> Dialnet
20. Macchi RL. *Materiales dentales*. Buenos Aires: Panamericana; 2007.
21. Martín J, Moncada G, Serey F, Oyarzún A, Angel P, Oyarzo J et al. Efecto de cinco sistemas de pulido de resinas compuestas sobre superficie coronaria y radicular: Observación por medio de MEB y microscopía óptica. *Acta odontol. venez* [Internet]. 2009 Mar [citado 2025 Sep 08]; 47(1): 18-27. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652009000100004&Ing=es.
22. DelgadoVargas LM, Terossi de Godoi AP, Freitas DB, Benítez Catirse ABC. Efecto de diferentes técnicas de pulido y refrigeración en la rugosidad superficial de una resina compuesta nanohíbrida. *Acta Odontol Venez*. 2011; 49(2). Disponible en: <https://www.actaodontologica.com/ediciones/2011/2/art-7/>